

**RANCANGAN DAN IMPLEMENTASI *INVERTER*
15 - TINGKAT TIPE ASIMETRIS**

LAPORAN TUGAS AKHIR



**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS KATOLIK SOEGIJAPRANATA
SEMARANG**

2021

PERNYATAAN

KEASLIAN LAPORAN TUGAS AKHIR (SKRIPSI)

Memperhatikan Surat Keputusan Rektor Universitas Katolik Soegijapranata Nomor: 0047/SK.Rek/X/2013 tanggal 07 Oktober 2013, tentang Pernyataan Laporan Tugas Akhir, maka bersama ini Laporan Tugas Akhir Saya yang berjudul **“RANCANGAN DAN IMPLEMENTASI INVERTER 15 TINGKAT TIPE ASIMETRIS”** tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di Universitas Katolik Soegijapranata Semarang, dan sepanjang sepengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila di kemudian hari ternyata terbukti bahwa Tugas Akhir ini sebagian atau seluruhnya merupakan hasil plagiasi, maka saya rela untuk dibatalkan, dengan segala akibat hukumannya sesuai peraturan yang berlaku pada Universitas Katolik Soegijapranata dan / atau perundang-undangan yang berlaku.

Semarang, 19 Januari 2021



(Rino Gumilar)

NIM: 15.F1.0006

HALAMAN PENGESAHAN



Judul Tugas Akhir: : Rancangan dan implementasi inverter 15 tingkat tipe asimetris"
Diajukan oleh : Rino Gumilar
NIM : 15.F1.0006
Tanggal disetujui : 19 Januari 2021
Telah setuju oleh
Pembimbing : Dr. Leonardus Heru Pratomo S.T., M.T.
Penguji 1 : Dr. Ir. Florentinus Budi Setiawan M.T.
Penguji 2 : Prof. Dr. Ir. Slamet Riyadi M.T.
Penguji 3 : Dr. Leonardus Heru Pratomo S.T., M.T.
Ketua Program Studi : Dr. Leonardus Heru Pratomo S.T., M.T.
Dekan : Prof. Dr. Ir. Slamet Riyadi M.T.

Halaman ini merupakan halaman yang sah dan dapat diverifikasi melalui alamat di bawah ini.

sintak.unika.ac.id/skripsi/verifikasi/?id=15.F1.0006

**HALAMAN PERNYATAAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH
UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Yang bertandatangan di bawah ini:

Nama : Rino Gumilar
Program Studi : Teknik Elektro
Fakultas : Teknik
Jenis Karya : Laporan Tugas Akhir

Menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Katolik Soegijapranata Semarang Hak Bebas Royalti Noneksklusif atau karya ilmiah yang berjudul “Rancangan dan implementasi inverter 15 tingkat tipe asimetris” beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Katolik Soegijapranata berhak menyimpan, mengalihkan media/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, dan mempublikasikan tugas akhir ini selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis / pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Semarang, 19 Januari 2021

Yang menyatakan



Rino Gumilar
NIM. 15.F1.0006

ABSTRAK

Meningkatnya kebutuhan akan teknologi konversi daya mendorong *multilevel inverter* untuk muncul sebagai sebuah solusi untuk mengatasi keterbatasan *rating* daya pada metode konvensional dari perangkat konversi daya. Pada laporan ini akan membahas mengenai sebuah konstruksi *inverter* asimetris 15-tingkat yang baru, meskipun fokus dari hasil laporan ini berpusat pada rancangan tersebut, beberapa perbandingan mengenai topologi konvensional dari konstruksi tersebut akan diberikan.

Keterbatasan akan konstruksi topologi konvensional dari *inverter* umumnya berpusat pada kompleksitas dan besarnya hasil akhir konstruksi produk akhir. Akan dibahas lebih lanjut pada laporan ini bagaimana topologi yang diusulkan akan mengatasi keterbatasan tersebut dan pengurangan akan nilai besaran harmonisa gelombang keluaran untuk sistem PLTS mandiri. Konstruksi yang dirancang dan disimulasikan melalui *software* PSIM. Analisis simulasi menghasilkan pembacaan nilai 1,19% THD pada simulasi ideal serta tahap akhir analisis THD arus pada purwarupa yang dirancang sebesar 3,66% dirancang untuk implementasi sistem satu fasa 50Hz.

Kata Kunci : *Inverter, Photovoltaic, SPWM, Alternative Energy, Multilevel*

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT, sehingga dapat terlaksananya Tugas Akhir yang dilaksanakan penulis di Universitas Katolik Soegijapranata dengan lancar.

Laporan Tugas Akhir ini disusun berdasarkan hasil analisis, simulasi, dan pembuatan alat yang dilaksanakan penulis selama melaksanakan kegiatan Tugas Akhir tersebut mengenai *inverter* 15 - tingkat tipe asimetris.

Tujuan dari penyusunan laporan ini adalah untuk memperkenalkan sebuah topologi dan konstruksi baru akan teknologi *inverter* yang merupakan perkembangan dari tipe konvensional simetris sehingga dapat diimplementasikan di berbagai perangkat sistem, pada khususnya laporan ini, sistem PLTS mandiri.

Dalam kegiatan Tugas Akhir dan penyusunan laporan, beberapa pihak yang penulis ingin sampaikan rasa terima kasih khusus adalah

1. Allah SWT yang senantiasa memberi mujizat, kemudahan, dan kelancaran dalam proses pelaksanaan tugas akhir dan penyusunan laporan tugas akhir.
2. Bapak Prof. Dr. Ign. Slamet Riyadi, MT. Selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Katolik Soegijapranata dan sekaligus koordinator Tugas Akhir.
3. Bapak Dr. Leonardus Heru Pratomo, MT. Selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro sekaligus dosen pembimbing tugas akhir yang telah membimbing dari awal hingga akhir pelaksanaan Tugas Akhir dan memberikan izin serta menyediakan fasilitas untuk penggunaan laboratorium yang digunakan untuk menyelesaikan Tugas Akhir.

4. Bapak Dr. Florentinus Budi Setiawan, MT., IPM selaku dosen Program Studi Teknik Elektro, yang telah memberikan semangat dan memberikan dukungan kepada penulis.
5. Bapak Antonius Juang yang telah purna tugas selaku Tata Usaha yang telah membantu administrasi dan informasi yang diperlukan saat masa perkuliahan.
6. Seluruh Dosen dan Karyawan Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Katolik Soegijapranata.
7. Christoper Tjokro dan Acely Fatchurahman selaku rekan satu kelompok yang selalu membantu dalam pembuatan dan penyelesaian Tugas Akhir.
8. Teman – teman Teknik Elektro angkatan 2015 yang telah menjadi teman seperjuangan melewati masa – masa perkuliahan.
9. Seluruh teman – teman Program Studi Teknik Elektro Universitas Katolik Soegijapranata

Semarang, 19 Januari 2021
Yang menyatakan



Rino Gumilar
NIM. 15.F1.0006

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
PERNYATAAN KEASLIAN LAPORAN TUGAS AKHIR (SKRIPSI)	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
HALAMAN PENYATAAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS	iv
ABSTRAK	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Perumusan Masalah	3
1.3. Pembatasan Masalah	3
1.4. Tujuan dan Manfaat	3
1.5. Metodologi Penelitian	4
1.6. Sistematika Penulisan	4
BAB II DASAR TEORI	6
2.1. Pendahuluan	6
2.2. Sistem PLTS Mandiri	6
2.3. <i>Inverter</i>	9
2.4. PWM pada <i>Inverter</i>	10
2.5. Topologi <i>Inverter</i>	12
2.5.1. Topologi <i>Diode-Clamp</i>	13
2.5.2. Topologi <i>Flying-Capacitor</i>	14
2.5.3. Topologi Simetris	15

2.5.4. Topologi Asimetris	15
2.6. Harmonisa	16
2.7. Komponen Pendukung	17
2.7.1. IGBT	17
2.7.2. <i>Buffer</i> 74HC541	18
2.7.3. TLP 250	19
2.7.4. IC IR2111	20
2.7.5. Catu daya B1212S-1W	20
BAB III RANCANGAN DAN MODE OPERASI	22
3.1. Pendahuluan	22
3.2. Topologi yang diusulkan	22
3.3. Mode Operasi	24
3.3.1. Mode Operasi 0	24
3.3.2. Mode Operasi 1	26
3.3.3. Mode Operasi 2	27
3.3.4. Mode Operasi 3	28
3.3.5. Mode Operasi 4	29
3.3.6. Mode Operasi 5	30
3.3.7. Mode Operasi 6	31
3.3.8. Mode Operasi 7	32
3.3.9. Mode Operasi	33
3.3.10. Mode Operasi 9	34
3.3.11. Mode Operasi 10	35
3.3.12. Mode Operasi 11	36
3.3.13. Mode Operasi 12	37

3.3.14. Mode Operasi 13	38
3.3.15. Mode Operasi 14	39
3.4. Pensaklaran SPWM	40
3.5. Mikrokontroler dan Alogaritma Program	43
3.6. Catu Daya <i>Driver</i>	45
3.7. <i>Driver</i> Saklar	46
3.8. Modul Saklar IGBT	48
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	49
4.1. Pendahuluan	49
4.2. Hasil Simulasi	50
4.3. Hasil Pengujian Alat	53
4.4. Pembahasan	57
BAB V PENUTUP	58
5.1. Kesimpulan	58
5.2. Saran	58
DAFTAR PUSTAKA	59
LAMPIRAN	62



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1. Sel PV[3]	7
Gambar 2. 2. Diagram Blok Sistem PLTS Mandiri	8
Gambar 2. 3. Skematik Dasar Sistem PLTS Mandiri[3]	9
Gambar 2. 4. Sinyal Referensi(a) Sinyal Keluaran(b)[4]	11
Gambar 2. 5. Komparasi Sinyal(a) Siklus Positif(b) Siklus Negatif(c) Hasil Keluaran(d)[4]	11
Gambar 2. 6. Konstruksi Diode-Clamp 5-Tingkat [1]	13
Gambar 2. 7. Konstruksi Flying-Capacitor 5-Tingkat [1]	14
Gambar 2. 8. Simbol IGBT(a) Karakteristik i-v(b)[3]	17
Gambar 2. 9. Konfigurasi Kaki Buffer(a) Rangkaian Logika(b)	18
Gambar 2. 10. TLP250	19
Gambar 2. 11. Rangkaian IR2111	20
Gambar 2. 12. Rangkaian B1212S-1W	21
Gambar 3. 1. Rancangan Inverter 15-Level[22]	
Gambar 3. 2. Pembagian Tahap Saklar	23
Gambar 3. 3. Mode Operasi 0	25
Gambar 3. 4. Mode Operasi 1	26
Gambar 3. 5. Mode Operasi 2	27
Gambar 3. 6. Mode Operasi 3	28
Gambar 3. 7. Mode Operasi 4	29
Gambar 3. 8. Mode Operasi 5	30
Gambar 3. 9. Mode Operasi 6	31
Gambar 3. 10. Mode Operasi 7	32

Gambar 3. 11. Mode Operasi 8	33
Gambar 3. 12. Mode Operasi 9	34
Gambar 3. 13. Mode Operasi 10	35
Gambar 3. 14 Mode Operasi 11	36
Gambar 3. 14 Mode Operasi 12	37
Gambar 3. 15. Mode Operasi 13	38
Gambar 3. 16. Mode Operasi 14	39
Gambar 3. 17. Konfigurasi Rangkaian Kendali	41
Gambar 3.18. Komparasi Sinyal SPWM melalui simulasi PSIM	41
Gambar 3. 19. Decoder Rangkaian Logika	42
Gambar 3. 20. Rangkaian Mikrokontroler PIC18F455	44
Gambar 3. 21. Rangkaian Blok Catu Daya	46
Gambar 3. 22. Diagram Driver Saklar	47
Gambar 3. 23. IGBT FF300R12KS4	48
Gambar 4. 1. Diagram Blok Alat	41
Gambar 4. 2. Gelombang Pensakelaran S1(a) Pensakelaran S2(b) Pensakelaran S3(c) Pensakelaran S4(d)	50
Gambar 4. 3. Sinyal Simulasi SPWM Tingkat A(a) Tingkat B(b) Tingkat C (c) Tingkat D(d) Tingkat E(e) Tingkat F(f) dan Tingkat G(g)	52
Gambar 4. 4. Hasil Keluaran Bagian A (S1 – S4)(a) ZCD 1(b) ZCD 2(c) Hasil Gelombang Keluaran 15 - Tingkat(d)	53
Gambar 4. 5. THD Pada Simulasi PSIM	53
Gambar 4. 6. Prototipe Keseluruhan Tugas Akhir	53
Gambar 4. 7. Gelombang Pensakelaran S1(Kuning) S2(Biru) Gelombang Pensakelaran S3(Kuning) S4(Biru)	54

Gambar 4. 8. Gelombang Pensakelaran S5, S8(Kuning) dan S6, S7(Biru)	54
Gambar 4. 9. Gelombang Keluaran Tegangan(Biru) terukur pada Beban	56
Gambar 4. 10. Gelombang Keluaran Tegangan(Biru) yang Terukur pada Beban dengan Filter	56
Gambar 4. 11. Grafik nilai THD	56



DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1. Topologi Simetris	15
Tabel 3. 1. Pensaklaran Mode Operasi	40
Tabel 3. 2. Tabel Kebenaran Decoder	42

